

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE TELEFONÍA RURAL EN LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA



AUTOR: JUAN SEBASTIAN ZABALA CABALLERO

**TRABAJO PRESENTADO COMO MODALIDAD DE GRADO OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO ELECTRONICO**

UNIVERSIDAD COOPERTATIVA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERIAS

INGENIERIA ELECTRONICA

SANTA MARTA, MAGDALENA



2021

Nota de aceptación

Firma del presidente de jurado

Firma de jurado

Santa Marta, 1 de junio

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE TELEFONÍA RURAL EN LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA.

Juan Sebastián Zabala Caballero, ingeniería electrónica, Universidad cooperativa de Colombia.

RESUMEN

En el presente artículo se desea implementar un sistema de telefonía aplicado en la sierra nevada de santa marta, magdalena, Colombia. Específicamente se busca mejorar la comunicación principalmente por un Raspberry Pi 4 acompañado de radio enlaces gracias a la utilización de antenas Ubiquiti.

Para la implementación fue necesario adquirir teléfonos marca Cisco, un ordenador Raspberry, antenas Ubiquiti y cable UTP.

Una vez estando en nuestras manos los materiales antes mencionados se procede a diseñar el tipo de red más conveniente para nuestro proyecto, siendo la red tipo estrella la más útil y por lo tanto la que se implementó con el servidor como nodo principal. Dando como resultado una red de comunicación de punto a punto siendo este sistema de gran ayuda y desarrollo en lugares remotos o aislados, mejorando de manera sustancial la comunicación.

Palabras clave:

Desarrollo socioeconómico, comunicación, desarrollo, Tecnologías de las Tic.

ABSTRACT

In this article we want to implement a telephone system applied in the Sierra Nevada de Santa Marta, Magdalena, Colombia. Specifically, it seeks to improve communication mainly through a Raspberry Pi 4 accompanied by radio links thanks to the use of Ubiquiti antennas.

For the implementation it was necessary to acquire Cisco brand phones, a Raspberry computer, Ubiquiti antennas and UTP cable.

Once the aforementioned materials are in our hands, we proceed to design the most convenient type of network for our project, the star type network being the most useful and therefore the one that was implemented with the server as the main node. Resulting in a point-to-point communication network, this system being of great help and development in remote or isolated places, substantially improving communication.

Keywords:

Socio-economic development, communication, development, TIC.

Tabla de contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	9
2.	OBJETIVOS.....	9
2.1	OBJETIVO GENERAL	9
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
3.1	CONTEXTO.....	11
3.2	DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	11
3.3	JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
4.	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	13
4.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	13
4.2	ANTECEDENTES	14
5.	METODOLOGÍA	15
5.1	PUNTOS ESTABLECIDOS	15
5.2	ASPECTOS RELACIONADOS A LOS PUNTOS	15
5.2.1	PASO A PASO.....	15
5.3	PROCEDIMIENTO.....	16
5.4	CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS A CONECTAR.....	16
5.5	ZONAS DE FRESNEL	16
5.6	PRIMER ZONA DE FRESNEL	17
5.7	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.....	17
5.8	RADIO ENLACE MICROONDAS PTP (PUNTO A PUNTO).....	18
5.9	PLATAFORMA DE VOZ SOBRE VOIP.....	19
5.10	ANÁLISIS DE RED.....	20
5.11	TOPOLOGÍA DE RED.....	20

5.12	CABLE UTP CAT 6	20
5.13	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	23
6.	CONFIGURACION E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA	23
7.	CONCLUSIÓN.....	25
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: veredas beneficiadas con el proyecto (Fuente: elaboración propia).....	12
Ilustración 2: ubicación de los puntos donde se realizará el proyecto (Fuente: elaboración propia)	13
Ilustración 3: Puntos enlazados entre si con centro de servidor en el punto Palmichal (Fuente: elaboración propia).....	13
Ilustración 4: Puntos a conectar (Fuente: elaboración propia)	15
Ilustración 5: ubicación definitiva de los puntos a conectar (Fuente: elaboración propia).....	16
Ilustración 6: Ensamble de antenas Ubiquiti (Fuente: elaboración propia)	17
Ilustración 7: imagen (Fuente:)	18
Ilustración 8: Esquema de red (Fuente: elaboración propia).....	21
Ilustración 9: ensamble de servidor (Fuente: elaboración propia)	22
Ilustración 10: montaje de servidor en el punto Palmichal (Fuente: elaboración propia)	22
Ilustración 11: Digitalización de información de usuario (Fuente: elaboración propia).....	23
Ilustración 12: Loging (Fuente: elaboración propia).....	23
Ilustración 13: Configuración de ext. (Fuente: elaboración propia)	24
Ilustración 14: configuración estándar de teléfonos (Fuente: elaboración propia)	24
Ilustración 15: Don Fredy Castiblanco realizando llamadas al corregimiento de san pedro (Fuente: elaboración propia).....	25

Índice de tablas

Tabla 1: Empresas prestadoras de servicio de telecomunicación (Fuente: elaboración propia).....	14
Tabla 2: Información básica de los puntos a conectar (Fuente: elaboración propia)	16
Tabla 3: Zonas de Fresnel (Fuente: elaboración propia)	17
Tabla 4: Modulo de servidor (Fuente: elaboración propia).....	20
Tabla 5: Kit telefónico para cada zona (Fuente: elaboración propia)	20
Tabla 6: Ensamble rack de servidor (Fuente: elaboración propia)	21
Tabla 7: Cronograma de actividades (Fuente: elaboración propia).....	23

1. INTRODUCCIÓN

La actividad humana siempre ha estado acompañada de la comunicación, es esta un factor super importante en cuanto a desarrollo se trata.

Este proyecto pretende implementar un sistema telefónico en la sierra nevada de santa marta, específicamente entre tres fincas cafeteras ubicadas en diferentes veredas y el corregimiento de San Pedro, con la finalidad de mantener comunicación permanente y eficiente entre las zonas.

La sierra nevada de santa marta es una zona montañosa, con regiones de muy difícil acceso, también su climatología en gran parte del año es lluviosa; convirtiéndose en una zona con déficit en telecomunicaciones producto de sus condiciones.

La implementación de este proyecto permitirá mejorar la productividad y el desarrollo no solo en las fincas cafeteras, sino también en las veredas donde estas se ubican. de igual manera permitirá llevar un eficiente control sobre el personal empleado con la finalidad de descartar y controlar los posibles focos de contagio entre los involucrados en las fincas y veredas, brindando así asistencia médica de manera telefónica.

Los servicios satelitales enfocados en telecomunicaciones (telefonía e internet) son muy costosos ya que el pago de suscripciones mensuales es elevado y la calidad del servicio es poco eficiente

debido a que las bandas que emplean los satélites para la transmisión de datos (Banda KU, Banda KA, Banda C) es directamente afectada por las condiciones climáticas presentes en la zona.

Por lo tanto, este proyecto pretende ser una solución económica y eficiente en materia comunicación y conectividad y busca reducir las distancias entre zonas o veredas, por otra parte, permite mejorar la productividad en las fincas cafeteras y finalmente pretende brindara una asistencia médica con mitigar y controlar posibles focos de contagio de COVID-19 (SARS COV 2) garantizando así el bienestar de los involucrados en la fincas, veredas y región en general.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema telefónico eficiente y económico

Crear un sistema fácil e intuitivo para la administración del sistema

Analizar el impacto social que puede generar la implementación del proyecto.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

definir un sistema de comunicación eficiente y económico con el fin de estimular el desarrollo económico y social en los lugares donde será implementado; diseñando un sistema fácil e intuitivo para el usuario que permitirá entender la administración del sistema así mismo se pretende analizar el cómo afecta el déficit de comunicaciones en la región analizando las condiciones geológicas de la zona o encuestando a los habitantes para así facilitar la implementación del proyecto y este sea una solución hecha a medida y estimar la factibilidad como la implementación como un servicio comercial comunitario en el futuro.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las nuevas tecnologías son cada vez más accesibles para el desarrollo de comunidades enteras, es por esto por lo que debemos aprovechar todas las herramientas que la tecnología nos brinda.

Por otra parte, debemos tener claro que la pobreza rural cada vez es más grande ya que esta no deja de aumentar en muchos países y Colombia no es la excepción, las consecuencias son los problemas económicos y sociales intolerables que generan migraciones urbanas.

Es necesario que tengamos esto en cuenta como primer paso para lograr el desarrollo de zonas rurales de difícil acceso o aisladas de las grandes urbes.

La sierra nevada de santa marta es una región llena de tradición cafetera, ya que su cultivo más característico es el café en gran parte de este territorio, convirtiéndose en la zona más productiva en el departamento del Magdalena en sector agrario; según la federación de cafeteros esta región acoge a más de 5mil recolectores de café en sus más de 2500 finca siendo gran fuente de empleo a nivel nacional.

El desarrollo social y económico de la región se ve afectado en gran medida debido a la infraestructura de telecomunicaciones presentes en la zona, ya que el su mercado es limitado y los habitantes desean establecer

comunicaciones que les permita mejorar la productividad.

Por esta razón se crea la necesidad de implementar un proyecto de telefonía rural que permita conectar 3 fincas cafeteras y la localidad de san pedro de la sierra, con la finalidad de mejorar la producción y la toma de decisiones de las fincas así mismo que permita llevar un eficiente control sobre el personal empleado con el fin de controlar y mitigar posibles focos de contagio de COVID 19.

3.1 CONTEXTO

La construcción de este proyecto permitirá coadyuvar el desarrollo de la producción en cultivos de café en las fincas donde se implementa; permitiendo estimular la productividad de la organización, mejorar la toma de decisiones como también permitiría llevar un control más eficiente sobre control de bioseguridad y toma decisiones concretas ante un eventual caso de contagio de covid-19 entre los empleados de cada finca.

también tiene como objetivo analizar el impacto social y cultural con la finalidad de determinar factibilidad del proyecto para un eventual servicio por suscripción o servicio comunitario que pueda contribuir con el desarrollo de la comunidad; permitiendo ser una herramienta de desarrollo brindando servicios comunales como

asistencia médica, emergencia u otro servicio que pueda mejorar la calidad vida de los campesinos de la sierra nevada de santa marta.

3.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La sierra nevada de santa marta es una zona con déficit en materia infraestructura en telecomunicaciones, debido a las condiciones topográficas de la zona tales como montañas y el clima que en gran parte del año son lluvias; afectando directamente las comunicaciones vía satélite o servicios de telefonía móvil.

Un informe publicado por la Universidad Autónoma de México afirma que las comunicaciones en América latina no cumplen lo requerido por la demanda de la población, debido a el teletrabajo, educación y el desarrollo social argumenta que las compañías de telecomunicaciones no hacen un mayor esfuerzo por reducir la brecha digital mediante la oferta y competitividad.

En Colombia la oferta de telecomunicaciones es amplia, entre operadores móviles y operadores de servicios fijos siendo la red móvil la que más se extiende en territorio nacional.

Desafortunadamente estos servicios de operadores móviles no cubren las zonas de la sierra debido a sus condiciones geológicas y climatológicas por lo que se

requiere de instalar un sistema telefónico que permita mejor el rendimiento de la productividad, y también pueda servir de herramienta para el tratamiento de los empleados para COVID y así evitar y reducir focos de contagios

Las fincas cafeteras se encuentran ubicadas en zonas remotas producto de la espesa vegetación y la topografía montañosa lo que genera poco desarrollo para los habitantes de las veredas o zonas en materia de telecomunicaciones con este proyecto se pretende aportar un mundo de soluciones con el fin de mejorar el desarrollo productivo y económico de las fincas cafeteras.

3.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Las comunicaciones son muy importantes para nuestra sociedad ya que forjan el desarrollo social, económico y cultural, en nuestra actualidad sociedad esta soportada por las telecomunicaciones como se ve reflejado en nuestros días producto de la pandemia global del COVID-19 (SARS COV 2); permitiéndonos estar en nuestras casas de manera segura y siempre comunicados; desde pedir un domicilio, comunicarnos con nuestros seres queridos, hasta una cita médica de manera virtual son una de las infinidades de soluciones de una infinidad que nos ofrece las telecomunicaciones.

En las regiones o veredas de la sierra nevada de santa marta en la actualidad no cuenta con cobertura de servicios en telecomunicaciones debido a las condiciones climáticas o geológicas afectando directamente el desarrollo social y económico de la región; también las fincas pueden verse afectadas en la toma de decisiones que permitan controlar o tratar los empleados en posibles focos de contagios de COVID -19

Este proyecto busca conectar 3 fincas con telefonía IP utilizando enlaces Microondas como medio de trasmisión para abarcar la cobertura de las fincas.

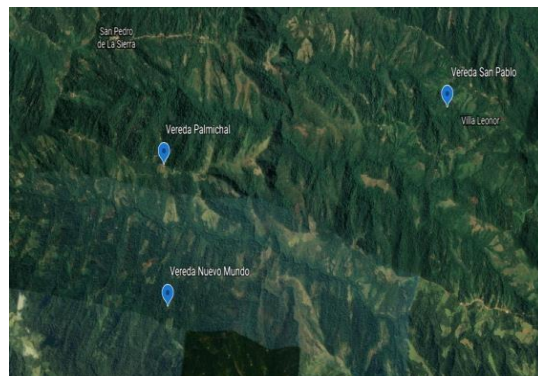


Ilustración 1: veredas beneficiadas con el proyecto (Fuente: elaboración propia)

4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

4.1 ÁREA DE ESTUDIO



Ilustración 2: ubicación de los puntos donde se realizará el proyecto (Fuente: elaboración propia)

El proyecto será implementado en la sierra nevada de santa marta, específicamente en la localidad de san pedro de la sierra a 3500 metros sobre el nivel del mar con una población que supera 15mil habitantes incluyendo sus regiones subyacentes.

El casco urbano más cercano es el municipio de Ciénaga – Magdalena con una distancia de 25 kilómetros, seguido de la ciudad de santa marta con una distancia de 45 kilómetros y la ciudad de Barranquilla a 100 kilómetros.

Las zonas subyacentes de la localidad de san pedro de la sierra nevada de santa marta son zonas especiales debido a su topografía montañosa y también con temporadas de invierno en gran parte del ANO

Las condiciones descritas anteriormente convierten a sus veredas o regiones subyacentes como zonas remotas y de difícil acceso.

Una vez identificada nuestra área de estudio buscaremos los puntos donde se ubicarán nuestros enlaces.

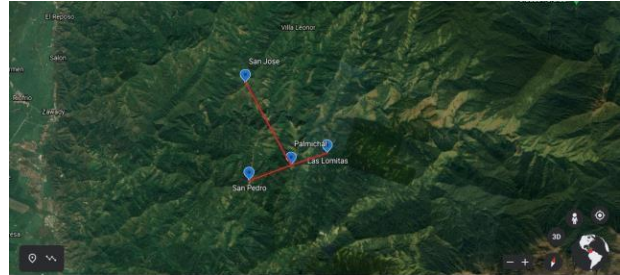


Ilustración 3: Puntos enlazados entre si con centro de servidor en el punto Palmichal (Fuente: elaboración propia)

A continuación, se expondrá los 4 puntos donde se implementará el proyecto

- El primer lugar donde se implementará el proyecto será en la oficina principal ubicado en el corregimiento de San Pedro de la Sierra Nevada.
- El segundo lugar donde se implementará el sistema será en la finca palmichal ubicada a 3 kilómetros de San Pedro, en la vereda Palmichal Medio.
- El tercer lugar donde se implementará el sistema será en la finca Las Lomitas, ubicada en la vereda Nuevo Mundo a 6 kilómetros de San Pedro.
- El cuarto lugar donde se implementará el sistema será la finca san José, ubicada a 7 kilómetros de San Pedro en la vereda Nueva Granada.

4.2 ANTECEDENTES

Mala comunicación y baja productividad en las fincas de la sierra nevada de santa marta.

El déficit de infraestructura en telecomunicaciones presente en la sierra nevada de santa Marta ha sumido la región en el subdesarrollo situando a la región en las últimas posiciones en materia de comunicación en el departamento del Magdalena.

La presencia de infraestructura de telecomunicaciones es limitada debido al poco atractivo que presenta la región por parte de las empresas ya que no les permite encontrar su Nicho de mercado; cabe destacar que la economía de la zona depende de los cultivos de café y solamente son producidos por una corta temporada anual (aproximadamente 4 meses al año), llevando la economía dependiente de las cosechas de café y consecuentemente la pobreza de los habitantes en gran parte del año es irremediable.

El gobierno nacional centra sus esfuerzos en reducir la brecha tecnológica en telecomunicaciones en instituciones públicas como colegios, centros de salud u oficinas de autoridad local; siendo no suficiente para cubrir las necesidades de la región.

Los objetivos del plan de gobierno de la administración local y departamental correspondientes a la sierra nevada de

santa marta no tienen metas claras con respecto al mejoramiento de las telecomunicaciones de la región así mismo no muestra interés en la reducción de la brecha tecnológica de la región.

Por lo expuesto anteriormente se ha considerado buscar soluciones que permita reducir las distancias entre fincas de la sierra nevada como la implementación de un sistema telefónico que permita ser una solución eficiente y económica para establecer comunicaciones a largas distancias con el fin estimular el desarrollo social de las fincas donde será implementado.

A continuación, en el cuadro 1-a se logra ver las empresas de telecomunicaciones presentes a 3 kilómetros a la redonda de la localidad de san pedro de la sierra.

Empresa	Servicio	Pros	Contra
Claro móvil	telefonía celular	Servicio económico	Muy poca cobertura
Sierra Net	Internet Microondas	Internet rural	Muy poca cobertura
Hughes Net	Internet Satelital	Buena cobertura	Costoso e inestable

Tabla 1: Empresas prestadoras de servicio de telecomunicación (Fuente: elaboración propia)

El mercado de telecomunicaciones presentes en la zona donde se implementará el proyecto es bastante limitado debido a las condiciones geológicas y climáticas; afectando negativamente la calidad de la prestación del servicio.

5. METODOLOGÍA

El presente proyecto se encuentra basado en la elaboración de un sistema cerrado de comunicación por medio de un servidor.

Fueron seleccionadas cuatros puntos a conectar que corresponden a tres fincas ubicadas en diferentes veredas y una casa en el corregimiento San Pedro de la Sierra Nevada de Santa Marta.

5.1 PUNTOS ESTABLECIDOS

Para la realización de este proyecto se inició con la delimitación y ubicación de los puntos a conectar los cuales son estratégicos y convenientes para mantener la conexión todo el tiempo y que esta no sea obstruida por algún agente externo o climatológico.

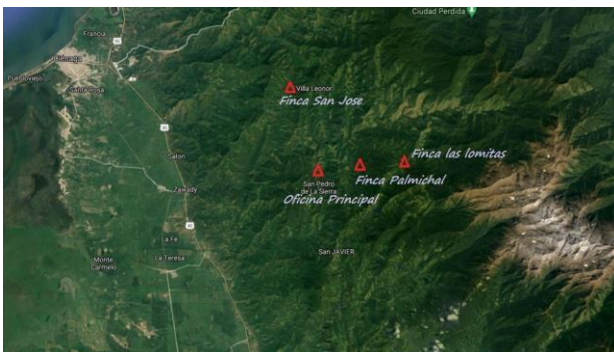


Ilustración 4: Puntos a conectar (Fuente: elaboración propia)

5.2 ASPECTOS RELACIONADOS A LOS PUNTOS

5.2.1 PASO A PASO

El procedimiento por seguir es el siguiente:

Delimitación y ubicación de los puntos a conectar.

Diseño del tipo red más conveniente a emplear.

Búsqueda de materiales adecuados.

Adquisición de los materiales.

Preparación de los puntos a conectar.

Montaje de antenas, cableado y teléfonos en los puntos a conectar.

Montaje del servidor.

Pruebas de error.

En caso de haber errores se deberán realizar todos los chequeos para determinar que causa el error y solucionarlo.

Capacitación de los usuarios del sistema telefónico.

5.3 PROCEDIMIENTO

Luego de haber descrito el paso a paso que se llevó a cabo para realizar el Proyecto:

5.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS A CONECTAR

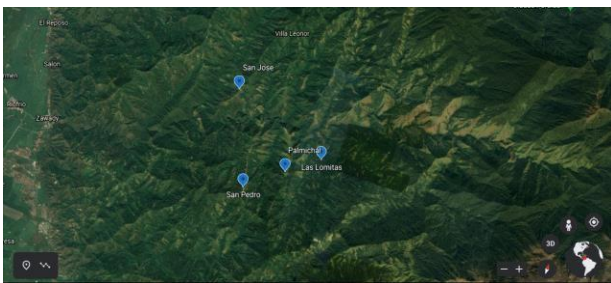


Ilustración 5: ubicación definitiva de los puntos a conectar (Fuente: elaboración propia)

En la anterior imagen se muestra la ubicación definitiva de los puntos y donde instalaran las antenas.

DATOS BASICOS GENERALES		
Punto	Altura (M.S.N.M)	Distacia al Servidor (MI)
San Pedro	1400	2345
Palmichal	1420	----
Las Lomitas	1190	2030
San Jose	1010	5070

Tabla 2: Información básica de los puntos a conectar (Fuente: elaboración propia)

La anterior tabla nos permite ver las características básicas de nuestros puntos a conectar con el sistema telefónico. Los datos son obtenidos una vez hayamos

determinado nuestros puntos de conveniencia.

5.5 ZONAS DE FRESNEL

Cuando se diseña un enlace de comunicaciones inalámbricas la orientación y la altura de las antenas es una parte crucial para garantizar la calidad de la señal que llegara al receptor, entre las consideraciones que se deben tener en cuenta para determinar dicha altura se encuentran

- El alcance visual
- La línea de vista
- La zona de Fresnel

El alcance visual: se refiere a la máxima distancia a la que pueden estar separados dos puntos antes de que sea obstruidos por la curvatura terrestre y en nuestro caso este punto se cumple a la perfección gracias a que los puntos están ubicados cada uno sobre la cresta de montañas muy cercanas.

Línea de vista: se refiere a un camino limpio sin obstáculos entre las antenas transmisora y receptoras desde el cual

literalmente se pueden observar una a la otra.

La zona de Fresnel: radio que se debe dejar despejado alrededor de la línea de vista, para reducir la interferencia causada por la reflexión de la onda en objetos cercanos.

5.6 PRIMER ZONA DE FRESNEL:

$$r (m) = 17,32 \sqrt{\frac{d (km)}{4f (GHz)}}$$

Zonas de FRESNEL		
Punto	Distacia al Servidor (Ml)	Altura de la antena (m)
San Pedro	2345	5,93
Las Lomitas	2030	5,52
San Jose	5070	8,7

Tabla 3: Zonas de Fresnel (Fuente: elaboración propia)

En base al calculo de la tabla anterior se decidió utilizar la medida mas alta para todas las antenas (9 metros), con la intención de que no se vayan a presentar inconvenientes de reflexión de onda.



Ilustración 6: Ensamble de antenas Ubiquiti (Fuente: elaboración propia)

5.7 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Para hallar la mejor solución; hecha a medida de las fincas donde se implementará, se requirió recopilar información como entrevistas o encuestas, que permitan determinar las caracterices requeridas por los involucrados.

La propuesta para el desarrollo del proyecto se basa en las especificaciones y requerimientos presentes en la actualidad, en las regiones subyacentes de la localidad de san pedro de la sierra.

Seguridad: con el fin de garantizar la seguridad, el sistema cuenta con un red cerrada y encriptada siendo este un sistema seguro bajo ataques por hackers que podrían poner en riesgo la seguridad e integridad de los usuarios.

Economía: La implementación del proyecto es económico debido ya que los equipos son cada día son más accesibles en materia de economía y adquisición

Flexibilidad: uno de los factores fundamentales en la implementación del proyecto es la flexibilidad en cobertura y buena respuesta a las condiciones climáticas descritas anteriormente, garantizando una buena calidad en el servicio.

Simplicidad: Al ser una solución nueva de comunicaciones, se tuvo la necesidad de desarrollar una solución fácil e intuitiva para el usuario que permitiese entender el comportamiento del sistema.

Visión a futuro: El sistema esta basado en tecnologías que ofrecen el mejoramiento a futuro como también la ampliación de la red telefónica con el fin de tener visión a las circunstancias futuras.

En base a los criterios del proyecto expuestos anteriormente, se procede a desarrollar una solución que permita abarcar todos los puntos anteriores por lo que se desarrolla una solución hecha a medida con los siguientes componentes.

5.8 RADIO ENLACE MICROONDAS PTP (PUNTO A PUNTO)

Los radios enlaces terrestres permiten interconexión punto a punto por medio de señales electromagnéticas entre 2 terminales; la ventaja más visible es la reducción de costes a la hora de implementar proyectos con esta tecnología así mismo la simplicidad a la hora de instalar y configurar este sistema.

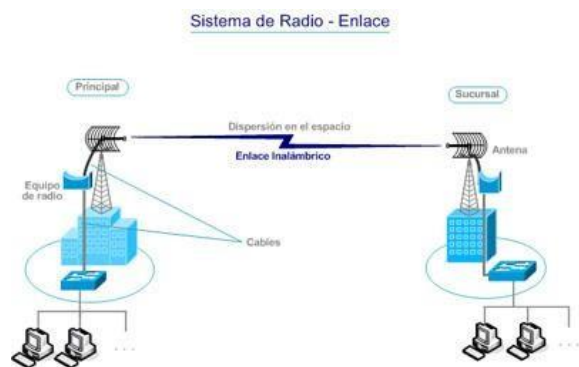


Ilustración 7: imagen (Fuente:)

Estos sistemas son cada vez más económicos gracias a su popularidad en el mercado ya que son eficientes y fáciles de implementar; también permite llevar números proyectos que requieren de telemetría o cualquier forma de las telecomunicaciones

Estas antenas transmiten señales en forma dúplex, mediante la multiplexación de la señal es decir que tiene capacidad de enviar y recibir información por medio de la misma señal de manera simultánea a las dos señales portadoras moduladas.

Para su instalación es necesario tener en cuenta ciertos factores que permitan garantizar el su buen funcionamiento como la altura, distancia y los obstáculos que pueda haber en su trayecto.

Ventajas:

Reducción de costes para su implementación.

Rápida y sencilla instalación.

Superan las variaciones del terreno.

Permite la variación de la localización de los transceptores.

Desventajas:

Las lluvias pueden afectar la propagación de la señal.

Requiere visibilidad directa para por pagar la señal.

si no hay visibilidad se requiere de repetidores.

5.9 PLATAFORMA DE VOZ SOBRE VOIP

telefonía IP mundialmente conocido como telefonía VoIP (Voz sobre el protocolo de internet), es un sistema de telefonía digital que emplea paquetes para el envío y recepción de información; a diferencia de la telefonía análoga o convencional esta se caracteriza por emplear servidores de internet para establecer servicios de comunicación a nivel mundial.

Cada vez la tecnología PSTN (Public Switched Telephone Network) es decir la

tecnología de la telefonía tradicional está siendo obsoleta en el mundo empresarial debido a que cada vez más está siendo reemplazada por la telefonía VoIP, debido a la notable reducción de cableado para su funcionamiento también la suscripción de las empresas prestadoras de servicio VoIP son más económicos.

Asterisk: Es un software de código abierto que permite instalar un servidor telefónico de manera fácil y sencilla, sin necesidad de realizar grandes inversiones en servidores dedicados podemos emplear cualquier ordenador personal y convertirlo en una central telefónica dedicada.

Esta plataforma es un proyecto de software de código abierto con mas de 300 programadores a nivel mundial convirtiendo a esta herramienta como una solución segura ya que los errores y huecos de seguridad son corregidos de manera casi inmediata por lo que la estabilidad y la seguridad del software son una de las tantas ventajas que integra esta plataforma.

Ventajas

Reducción de costos en la comunicación.

Se puede llevar varias líneas telefónicas VoIP por un mismo cable

Se puede comunicar con varios usuarios de manera simultanea

Desventajas

Para conectarse a un servidor remoto se requiere de conexión de internet de alta velocidad

Es susceptible a los cortes de energía por lo que se requiere de un sistema de baterías.

5.10 ANÁLISIS DE RED

Con base a los requerimientos del del proyecto y estudio de visibilidad para la implementación de los enlaces microondas se extraen las siguientes conclusiones.

5.11 TOPOLOGÍA DE RED

Los análisis de visibilidad para la implementación de los enlaces telefónicos, se llega la conclusión que la topología de red más adecuada para el proyecto es la topología tipo estrella.

Basado en las condiciones geológicas de la zona, la finca palmichal cuenta con mayor visibilidad a todas las zonas donde se implementará el proyecto así mismo permite agregar más líneas telefónicas VoIP a futuro, permitiendo más facilidad para su futura implementación.

5.12 CABLE UTP CAT 6

Este tipo de cable utp puede ser de gran ayuda a la hora de mitigar la interferencia causada por tormentas eléctricas, o la exposición al sol en exteriores con la finalidad de garantizar la calidad del servicio del sistema.

Módulo de servidor
Swich Tenda 5 puertos
Disipador de 12V
Display I2C de 16x2
Led rojo indicador
Led verde indicador
Interruptor
Caja metálica
Chapa de seguridad
Arduino Mega
Modulo SHIELD de Arduino
Memoria Micro SD clase 10
Raspberry Pi 4

Tabla 4: Modulo de servidor (Fuente: elaboración propia)

Kit Telefónico para cada zona
Antena Ubiquiti NanoBridge M5
Cable Utp CAT6
Conectores Rj45
Teléfono Cisco SPA 303

Tabla 5: Kit telefónico para cada zona (Fuente: elaboración propia)

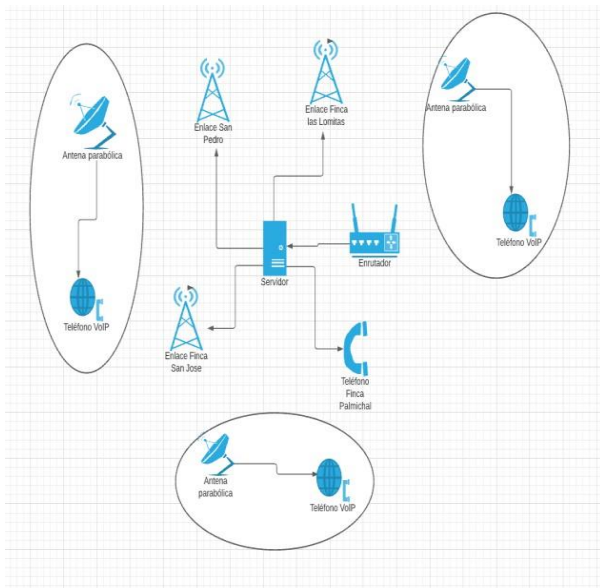


Ilustración 8: Esquema de red (Fuente: elaboración propia)

Cronograma de ensamble
Instalar los componentes descritos en la tabla
Realizar las conexiones de manera ordenada
Instalar el display con I2C DE 16 x 2
Instalar el led indicador rojo
Instalar el led indicador verde
Instalar la cerradura de seguridad al rack

Tabla 6: Ensamble rack de servidor (Fuente: elaboración propia)



Ilustración 9: ensamble de servidor (Fuente: elaboración propia)



Ilustración 10: montaje de servidor en el punto Palmichal (Fuente: elaboración propia)

5.13 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, en el siguiente cuando se exponen las actividades que se llevaron a cabo para la implementación de la solución de telefonía rural.

Cod	Actividad	Descripcion
1	Inicio del proyecto	En esta actividad, se inicio con la compra de adquisicion de equipos para el proyeto
2	Analisis de sitio	En esta actividad, se logro hacer un minucioso analisis de la zona, estudio de vicivilidad, disponibilidad de energia y adecuacion para la implementacion del proyecto
3	Diseño del rack del servidor	Diseño y elaboracion de componentes
4	Instalación de rack de servidor	Implementaion e intalacion de Gabinete
5	Implementación y capacitación proyecto sector A	Implementacion del proyecto en Finca Palmichal
6	Implementación y capacitación proyecto sector B	Implementacion del proyecto en San Pedro de la Sierra
7	Implementación y capacitación proyecto sector C	Implementacion del proyecto en Finca las Lomitas
8	Implementación y capacitación proyecto sector D	Implementacion del proyecto en Finca San Pablo
9	Prueba del servicio	Se debe verificar el correcto funcionamiento de la prestacion del servicio

Tabla 7: Cronograma de actividades (Fuente: elaboración propia)

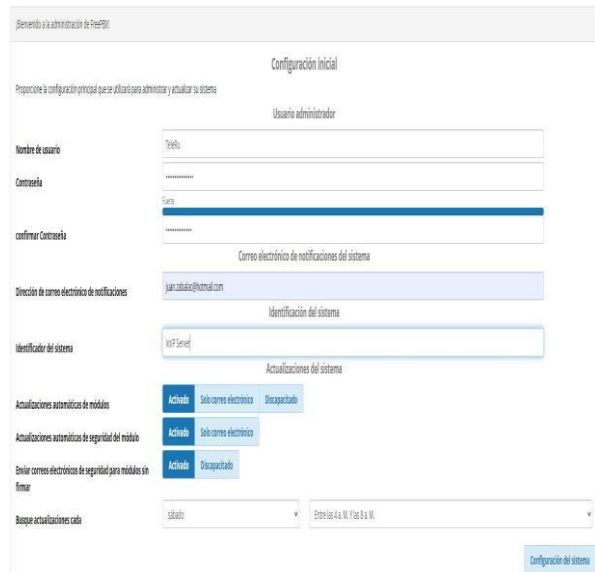


Ilustración 11: Digitalización de información de usuario (Fuente: elaboración propia)

Se inicia sesión por primera vez, para acceder a las configuraciones generales del sistema y realizar las configuraciones de los números de las extensiones

6. CONFIGURACION E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

Configuración inicial de plataforma PBX Asterisk

En este paso se logra configurar las credenciales de ingreso al sistema para iniciar sesión y realizar modificaciones.

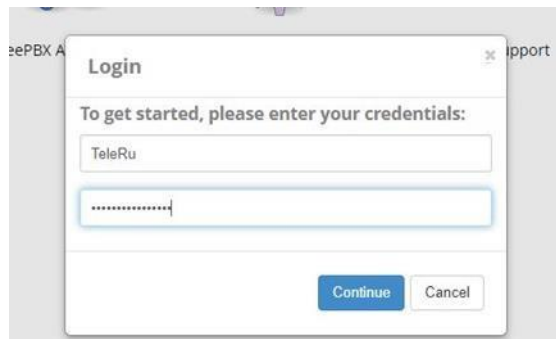


Ilustración 12: Logging (Fuente: elaboración propia)

Configuración de extensiones: Se procede a realizar la configuración de cada número de extensión como también el nombre de cada teléfono como también se selecciona el tipo de troncal VoIP para la realización del sistema, en este caso se seleccionó pjsip por su facilidad a la hora de configurar.

como: apoderado (dirección ip del servidor), Nombre para mostrar (se guarda el nombre de la línea del servidor), contraseña (La clave de cada extensión configurada en el servidor), ID usuario (El número de extensión configurado en el servidor).

teléfono Finca San José.

Extensión	Nombre	OM	DND	FM / FM	CF	CFB	UCR	Tipo	Compartimiento
1000	Oficina SP	R	D	D	D	D	D	SP	
3000	Finca Palmotal	R	D	D	D	D	D	SP	
3000	Finca Lumbac	R	D	D	D	D	D	SP	
4000	Finca El Jefe	R	D	D	D	D	D	SP	

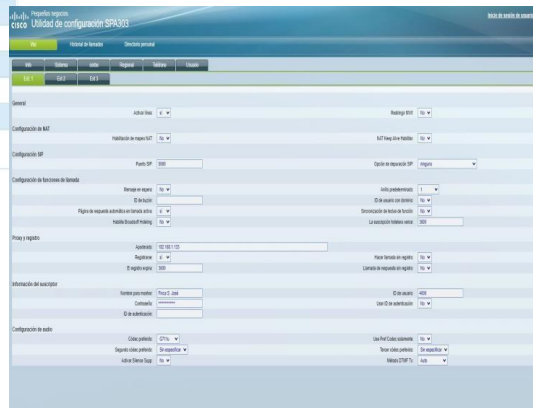


Ilustración 13: Configuración de ext. (Fuente: elaboración propia)

configuración de teléfonos Cisco SPA 303

el servidor asterisk en cada uno de los teléfonos.

Ilustración 14: configuración estándar de teléfonos (Fuente: elaboración propia)

En la Pestana Sistema se guarda la puerta de enlace del modem wifi 192.168.1,1 la máscara subred 255.255.255.0.

Estos teléfonos tienen la opción de configurar 3 extensiones o números alternos, en nuestro caso solamente configuramos 1 sola extensión.

En la pestana Ext 1 se guardan los parámetros configurados en el servidor

7. CONCLUSIÓN

En conclusión, el desarrollo de este proyecto fue de gran beneficio para el desarrollo de los puntos donde se instaló (fincas), mejorando sustancialmente la comunicación, con esto se mejoro en un gran porcentaje la efectividad y eficacia al momento de realizar labores debido a la perfecta comunicación entre todos estos puntos, por otra parte el beneficio para las fincas vecinas también fue es de resaltar ya que gracias a este medio de comunicación la calidad de vida de estos granjeros subió de forma significativa.

Como ejemplo tenemos el caso de don Fredy Castiblanco:



Ilustración 15: Don Fredy Castiblanco realizando llamadas al corregimiento de san pedro (Fuente: elaboracion propia)

Con una llamada don Fredy se ahorra lo que serian 8 horas de viaje (4 de ida y 4 de vuelta) al poder apartar insumos para su cultivo de café.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- D. Corral. "Red alternativa de telecomunicaciones rurales en Ecuador" Máster en Redes de Telecomunicación para Países en Desarrollo. Tutor: Dr. Carlos Figuera Pozuelo. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación. Universidad Rey Juan Carlos. Madrid, España, 2010.
- C. Kobel; W. Baluja Garcia and J. Habermann. "A survey on Wireless Mesh Network applications in rural areas and emerging countries". Global Humanitarian Technology Conference (GHTC), IEEE, 2013.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (MinTIC). "Decreto 4392 de 2010" Online [Mayo, 2014].
- E. M. Mohamed; D. Kinoshita; K. Mitsunaga; Y. Higa and H. Furukawa. "MIMO based wireless backhaul". Ultra-Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT), 2010 International Congress on. IEEE, 2010.
- Torero, Máximo 2000 "Estadísticas Básicas de la Encuesta Sobre Acceso a Servicios de Telefonía en la Sierra Sur del Perú". GRADE. Mimeo. Informe presentado a Fitel.
- Torero, Máximo y Galdo, Virgilio 2001 "Disponibilidad a Pagar por el Servicios de Telefonía Rural". GRADE. Mimeo.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones-UIT 1998 "Papel de las telecomunicaciones en el desarrollo económico, social y cultural". Informe sobre la cuestión 1/1. Periodo de estudio (1995-1998). Ginebra.
- 1998 "Informe sobre el desarrollo mundial de las telecomunicaciones. Acceso Universal". Ginebra.
- R. Barrantes and P. Pérez, "Regulación e Inversión en Telecomunicaciones Estudio de caso para el Perú: Setiembre 2006– Agosto 2007," OSIPTEL, Perú, pp. 1–60, 2007.
- D. M. Parra, E. N. Morillo, and J. L. Torres, "MODELO DE NEGOCIO PARA LA EXPANSIÓN DE LOS SERVICIOS DE TELEFONÍA FIJA Y DE INTERNET EN LOS SECTORES URBANO Y RURALES DEL CANTÓN BABAHOYO."
- Del Pozo F., Gómez, E.J. y Arredondo, M. T., "Las Telecomunicaciones en la Sociedad de la Información: Estado actual y evolución futura", en Internet, Telemática y Salud. N. Oliveri, M. Sosa, C. Gamboa. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. 1997.
- Blawyer, (2016). Fondo de Inversión en Telecomunicaciones (FITEL). <http://www.blawyer.org/tag/fondo-de-inversion-en-telecomunicaciones-fitel/>
- Grupo de Telecomunicaciones Rurales - PUC-Perú, Redes Inalámbricas para Zonas Rurales, enero 2008.
- Horstmann and Jonas. "Connecting Mobile Phones via Carrier-Grade Meshed Wireless Back-Haul Networks". E-Infrastructures and E-Services for Developing Countries. Springer Berlin Heidelberg, 2011. pp. 1-10.

- IEEE. "IEEE standard for information technology– telecommunications and information exchange between systems wireless regional area networks (wran)– specific requirements part 22: Cognitive wireless ran medium access control (mac) and physical layer (phy) specifications: Policies and procedures for operation. 2014.
- G. Egeland and P. E. Engelstad. "The reliability and availability of wireless backhaul mesh networks" Wireless Communication Systems. 2008. ISWCS'08. IEEE International Symposium on. IEEE, 2008.